

Artigo Original

## EFEITO DA TENS E DA CORRENTE INTERFERENCIAL NA DOR INDUZIDA PELO FRIO

Andréia de Castro Cheroto<sup>1</sup>, Eloá Ferreira Yamada<sup>2</sup>

### RESUMO

**Introdução:** A estimulação elétrica é usada regularmente por fisioterapeutas, sendo indicada para o controle da dor, reeducação muscular e fortalecimento e diminuição de edema. Dentre as várias correntes utilizadas para analgesia, destaca-se a Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS) e a Corrente Interferencial (CI).

**Objetivo:** Avaliar os efeitos da TENS e da CI no limiar da dor induzida pelo frio.

**Métodos:** Dezenove participantes foram recrutados e submetidos a três etapas de intervenção: crioterapia, crioterapia + TENS e crioterapia + CI na mão não dominante, em três dias distintos. Foram mensurados o intervalo de tempo que cada indivíduo permaneceu com a mão imersa numa solução de água fria e gelo, os valores de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) e a frequência cardíaca (FC) antes e após a hipotermia. Foi também medido, após a imersão, o grau de dor pela Escala Visual Analógica de dor(EVA).

**Resultados:** Os resultados mostraram aumento no intervalo de tempo de permanência da mão ao estímulo doloroso em ambas as correntes elétricas, no entanto, não foi constatada diferença significativa entre elas. Os valores de pressão arterial, frequência cardíaca e grau de dor apresentaram comportamentos semelhantes no decorrer dos três etapas de intervenção.

**Conclusão:** Observou-se que a aplicação da TENS como da CI, proporcionaram analgesia na mão através do aumento do intervalo de tempo de permanência desse segmento ao estímulo doloroso induzido pelo frio. É importante ressaltar que após a aplicação de CI, o intervalo de tempo de permanência do segmento dos voluntários aos estímulos dolorosos foi maior.

**Palavras chave:** Dor, frio, estimulação elétrica, TENS, corrente interferencial.

### ABSTRACT

**Introduction:** The electrical stimulation is regularly used by physiotherapists, is indicated for the pain control, muscle reeducation, strengthening and edema reduction. Among the various currents used for analgesia, there is the Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) and Interferential Current (IC).

**Objective:** To evaluate the effects of TENS and IC in pain threshold induced by cold.

**Methods:** Nineteen participants were recruited and underwent three stages of intervention: cryotherapy, cryotherapy + TENS and cryotherapy + IC in the nondominant hand, on three different days. We measured the time range each individual remained with hand immersed in a solution of cold water and ice, the values of systolic blood pressure (SBP) and diastolic (DBP) and heart frequency (HF) before and after hypothermia. It was also measured after immersion, the pain degree by Visual Analogue Scale (VAS).

**Results:** The results showed an increase of time range stay of the hand to painful stimuli in both electrical currents, however, no was detected significant difference between them. The values of blood pressure, heart frequency and pain degree showed similar during the three stages of intervention.

**Conclusion:** It was observed that the use of TENS as the IC, provided analgesia in hand by increasing of time range stay this segment to painful stimuli induced by cold. Note that, after the application of IC, the time range of stay of the hand to painful stimuli increased.

**Keywords:** Pain, cold, electrical stimulation, TENS, interferential current.

1. Universidade Gama Filho, Curso de Pós-graduação em Fisioterapia Traumatológica, Vitória - ES; Universidade Vila Velha (UVV), Vila Velha - ES.

2. Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Uruguaiana - RS.

#### Endereço para correspondência

Endereço para correspondência: BR 472, Km 592, Caixa Postal 118, CEP 97500-970, Uruguaiana - RS

#### E-mail

eloayamada@unipampa.edu.br

Submetido em 19/08/2013

Aceito em 01/03/2014

## INTRODUÇÃO

A dor pode ser definida, segundo a *International Association for the Study of Pain* (IASP), como uma experiência sensorial e emocional desagradável, associada a lesões reais ou potenciais ou descrita em termos de tais lesões [1]. De acordo com esse conceito pode-se admitir que a dor apresenta caráter subjetivo e há possibilidade desta não manter relação direta com a lesão tecidual. A percepção da dor pode ser modificada subjetivamente por experiências anteriores, sendo assim,, boa parte do tratamento da dor consiste em modificar sua percepção [2,3,4].

O corpo humano apresenta vários tipos de receptores sensoriais, dentre eles, os receptores da dor, denominados nociceptores, os quais são sensíveis à energia mecânica, térmica ou química. A ativação de alguns desses receptores, por meio de agentes terapêuticos, diminui a percepção do indivíduo quanto à dor [3].

Uma das formas de diminuir o quadro algico é por meio da estimulação elétrica, que tem sido amplamente utilizado pelos fisioterapeutas, que além de reeducar e fortalecer a musculatura, e pode reduzir o edema. Dentre as várias correntes utilizadas para analgesia, as mais utilizadas são a *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* - TENS (Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea) e a Corrente Interferencial (CI). A TENS e a CI envolvem a transmissão de energia elétrica de um estimulador externo para o sistema nervoso periférico, por meio de eletrodos de superfície conectados a pele, sendo técnicas simples e eficientes para o alívio da dor [5,6,7,8,9,10].

A TENS pode ser classificada em quatro modalidades de aplicação: convencional, acupuntura, em rajadas (*burst*) e breve-intensa. Dentre essas modalidades, as de maior utilização clínica são as de alta frequência e de baixa intensidade, também conhecida como TENS Convencional (frequência maior que 50Hz), e as de baixa frequência (menor que 10Hz) e de alta intensidade de corrente, conhecida como TENS Acupuntura. Os mecanismos de modulação da dor, nas modalidades convencional e acupuntura da TENS, são diferentes. Na TENS convencional estimulam-se preferencialmente as fibras de maior diâmetro (A- $\beta$ , que são fibras nervosas periféricas aferentes sensíveis à informação

mecânica de baixa intensidade), fazendo com que a maior parte da modulação da dor ocorra em nível medular [4,5,8], enquanto que na modalidade acupuntura estimulam-se fibras de menor diâmetro (A- $\delta$ , fibras nervosas periféricas aferentes sensíveis à pressão mecânica e dor rápida), no qual acredita-se que ocorra analgesia principalmente em nível supraespinhal, devido a liberação de neuromediadores endógenos e opióides, responsáveis pela supressão da transmissão e da percepção de estímulos nocivos da periferia [5,8,11].

A CI é uma corrente gerada a partir da interferência de duas correntes senoidais alternadas de média frequência. As diferenças de fase, em função da diferença de frequência entre as duas correntes possibilitam a sua redução para baixa frequência, dentro da faixa de aplicação terapêutica [12]. A interação dessas ondas com frequências diferentes irá suscitar mecanismos fisiológicos, ainda não bem descritos na literatura, para atenuação da dor. A interferência das ondas pode ocorrer no organismo (método quadripolar) ou no próprio aparelho (método bipolar). Frequências em torno de 100Hz estimulam preferencialmente fibras de maior diâmetro (A- $\beta$ ) o que permite inferir que a atenuação da dor ocorre devido a inibição pré-sináptica das fibras transmissoras da dor, mecanismo designado como teoria da comporta da dor descrita por Melzack & Wall em 1965 [5,6,7,13,14].

Os estudos [4,9,10,13,15,16,17,18,19] investigaram a eficácia da TENS ou da CI na dor induzida experimentalmente, mas até o presente momento não existe um consenso sobre a melhor intervenção terapêutica para ser aplicada no tratamento da dor aguda. Assim, este trabalho teve por finalidade avaliar os efeitos da TENS e da CI no limiar da dor induzida pelo frio.

## MÉTODOS

Participaram desse trabalho dezenove indivíduos hígidos, com idade entre 18 e 46 anos. Os critérios de inclusão foram: i) ter disponibilidade para participar dos testes nos dias e horários determinados; ii) não apresentar nenhum estado patológico no segmento a ser submetida a ser estudado. Os critérios de exclusão foram: i) o voluntário apresentar

distúrbios vasoespásticos (fenômeno de Raynaud), *Diabetes Mellitus*; ii) hipersensibilidade ao frio; iii) déficits sensitivos; iv) alergia ao gel utilizado para a aplicação das correntes.

Os voluntários tomaram ciência da metodologia e procedimentos a que seriam submetidos e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para estudos experimentais envolvendo humanos.

Os indivíduos foram submetidos a três etapas de intervenção: no primeiro dia foi realizada apenas a imersão da mão não dominante numa solução de água fria e gelo, no segundo dia foi realizada a imersão deste mesmo segmento em água fria com gelo, juntamente com a aplicação de eletroestimulação com TENS, e no terceiro dia, imersão em água fria com gelo associada à eletroestimulação com CI.

Foram verificadas a pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC), antes das intervenções e imediatamente após a retirada do segmento da imersão. Registrou-se também, o grau de dor dos indivíduos à imersão em água fria com gelo, e o intervalo de tempo de imersão associado ou não à eletroestimulação.

Os valores de pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC) foram aferidos com o esfigmomanômetro digital marca OMRON, modelo HEM-711 seguindo as recomendações das VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão [20]. A avaliação da dor foi feita através da Escala Visual Analógica (EVA) que consiste em uma linha horizontal numerada de zero a dez, onde zero corresponde à ausência de dor e dez corresponde a uma dor incapacitante [21,22,23]. O intervalo de tempo entre a imersão e a retirada da mão foi mensurado através de cronômetro da marca Citizen.

No primeiro dia, os indivíduos realizaram a imersão da mão não dominante no turbilhão para membros superiores (marca Galano), com água aquecida a 37°C por cinco minutos. Após a retirada da mão da água aquecida, a mesma foi imersa em um recipiente com solução de água fria e gelo (0 - 4°C). O controle da temperatura da solução, monitorado com um termômetro digital (marca Incoterm), foi mantida entre 0 - 4°C, pela adição de cubos de gelo. Os voluntários permaneceram com o segmento imerso até que a dor gerada pela baixa temperatura atingisse uma intensidade máxima suportada por cada indivíduo, obrigando-os a retirarem a mão.

No segundo dia, realizou-se novamente o procedimento de imersão da mão não dominante em água quente e em seguida em água fria com gelo, associada à eletroestimulação com TENS. Foi utilizado o aparelho de eletroestimulação Tensvif 993 da marca Quark, no modo acupuntura com frequência = 10 Hz, pulso = 250µs, com intensidade de corrente suficiente para produzir contração forte e rítmica da musculatura. Foi aplicado gel à base de água aos eletrodos de borracha e os mesmos fixados com esparadrapo, a 10 cm da prega do punho da mão não dominante, na parte interna e externa do antebraço.

No terceiro dia, repetiu-se o procedimento de imersão em água quente seguida de imersão em água fria com gelo, associado à eletroestimulação com CI, com o aparelho Nemesys 941 da marca Quark, método de aplicação bipolar, frequência portadora = 4000Hz, frequência de tratamento = 10Hz, com intensidade de corrente suficiente para produzir contração forte e rítmica da musculatura. O posicionamento dos eletrodos foi o mesmo que o descrito para a aplicação da TENS.

Os dados foram expressos em termos de média ± desvio-padrão e para análise estatística utilizou-se o teste *t-Student* pareado considerando um nível de significância  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Participaram do estudo voluntários discentes do curso de graduação em Fisioterapia da Universidade Vila Velha, sendo dois homens e 17 mulheres, com média de idade de 26,05 ± 7,91 anos.

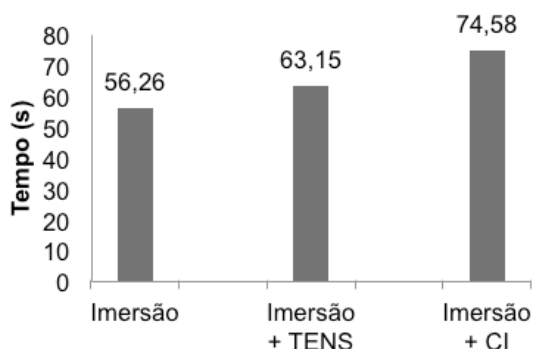
Na tabela 1 são apresentados os valores da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) e FC, no qual verificou-se alterações nos valores finais, em relação aos valores iniciais, nas três etapas de intervenção. No entanto, somente a PAS no ciclo Imersão + TENS apresentou diferença estatisticamente significativa. Os graus de dor apresentaram comportamentos semelhantes no decorrer das três etapas, mas não demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre os três momentos da pesquisa.

**Tabela 1.** Valores hemodinâmicos e de dor em imersão, imersão + TENS e imersão + C

	Imersão		Imersão + TENS		Imersão + CI	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>PAS (mmHg)</b>	115,58±13,33	118,47±15,06	113,21±14,20	119,16±15,39*	115,58±9,64	118,47±13,77
<b>PAD (mmHg)</b>	71,79±9,00	74,32±10,35	68,21±10,01	72,42±9,42	70,05±7,97	70,26±8,07
<b>FC (bpm)</b>	82,21±13,48	82,74±13,07	83,24±15,23	84,26±14,17	84,05±13,55	83,84±15,63
<b>EVA (cm)</b>	7,0 ± 2,3		7,0 ± 1,7		7,0 ± 1,7	

\*Diferença estatisticamente significativa ao se comparar com o valor inicial ( $p < 0,05$ ).

O intervalo de tempo médio de permanência na imersão em água com gelo foi de 56,26s, com a utilização da TENS o tempo de permanência aumentou para 63,15s, e com a utilização da CI, o tempo foi de 74,58s (Figura 1).



**Figura 1.** Tempo de permanência com a mão em água fria

## DISCUSSÃO

As técnicas de eletroestimulação são amplamente utilizadas para a analgesia nos atendimentos de Fisioterapia, chegando a ser responsável por até 60% do tempo de uma sessão [24]. Diversos modelos de dor induzida são utilizados para se estudar os efeitos da analgesia. Estes modelos recriam a ação da dor em dois âmbitos, o sensorial e o afetivo [17,18], no presente trabalho optou-se por utilizar o modelo de dor induzida pelo frio, no qual os sujeitos realizam a imersão de uma extremidade, geralmente uma mão, em água fria com gelo. Esse é um modelo seguro e confiável que envolve risco mínimo de lesão tecidual e que elimina a dor após a remoção do estímulo [10].

Os efeitos da TENS e da CI em relação à dor induzida ou não, foram investigados em

vários estudos [4,9,10,13,15,16,17,18,19,25,26,27], entretanto, os autores não encontraram diferenças significativas na intensidade da dor entre as pessoas submetidas a estes tipos de eletroestimulação. Tabasan [28] e Ceing e Hui-Chan [29] encontraram maior duração dos efeitos da CI em relação à TENS.

Facci et al. [30] compararam os efeitos da TENS e da CI no tratamento da lombalgia crônica, e observaram efeitos significativos na redução da dor e no consumo de medicamentos, mas sem diferença entre as modalidades. Já Leon et al. [31] compararam a aplicação da TENS, da CI e da Corrente Difásica em relação à redução da dor e ao conforto na fase aguda da lombalgia, e concluíram que todas as correntes avaliadas foram eficazes.

A dor causada pela crioterapia pode ser explicada por dois mecanismos principais: estimulação dos receptores de frio e vasoconstrição intensa levando a isquemia. Quando há diminuição da temperatura da pele inferior a 15°C, os receptores térmicos de frio são estimulados e passam a emitir impulsos de um possível dano tecidual pela via periférica (fibras A-δ e C, essas últimas são fibras nervosas periféricas aferentes sensíveis a estímulos térmicos, mecânicos e químicos) e pela via central (espinotalâmica e espinoreticular), causando excitação reflexa das fibras simpáticas adrenérgicas, que atuam nos vasos provocando ativação do hipotálamo posterior, gerando uma vasoconstrição generalizada, contudo a diminuição do fluxo sanguíneo é maior na área que está sendo diretamente resfriada [10,32,33,34].

O frio aumenta o tônus simpático nos vasos causando uma vasoconstrição e

umentando a resistência ao fluxo sanguíneo, também aumenta a força de contração do músculo cardíaco, o que gera uma diminuição do volume sistólico, como compensação ocorre um aumento da frequência cardíaca elevando a pressão arterial [32,33,34].

O efeito analgésico é gerado a partir da utilização da TENS no modo acupuntura, o qual estimula as fibras tipo A- $\delta$  e C (aférentes nociceptivas), que por sua vez liberam opióides endógenos pelo sistema nervoso central e ativam as vias serotoninérgica, noradrenérgica e adrenérgica ( $\beta$ -endorfina, serotonina, noradrenalina, adrenalina, etc.) [11,35,36,37].

Por outro lado, a CI ativa de forma seletiva as fibras nervosas aferentes mielinizadas que gera a analgesia, a normalização do equilíbrio neurovegetativo e, como consequência, promove o relaxamento e a melhora da circulação sanguínea [14]. Essa analgesia pode ser explicada com base na Teoria das Comportas da Dor, que propõe que a substância gelatinosa da medula espinhal modula os impulsos que nela chegam, que por sua vez, influencia as células de transmissão central chegando à via ascendente de dor. A substância gelatinosa atua como um sistema de controle entre as fibras nervosas periféricas e as células centrais, o que permite a passagem de apenas um tipo de impulso nervoso (ou dor, ou ausência de dor). Assim, a condução das informações de dor aguda e crônica, transmitidas, respectivamente, pelas fibras A-delta e C, ambas de diâmetros estreitos, podem ser inibidas pela atividade de fibras aferentes periféricas do tipo A-beta, de diâmetro maior, ou pela atividade de vias descendentes do cérebro relacionadas com a

inibição da dor [2,3,5,6,8,12,14]. A CI também pode contribuir para a normalização do equilíbrio neurovegetativo, responsável pela liberação dos mediadores químicos, como as prostaglandinas, que tem efeitos analgésicos [14].

Esse trabalho avaliou os efeitos da TENS e da CI no limiar de dor induzida pelo frio. Foram também verificados os valores de pressão arterial, de frequência cardíaca e o grau de dor, que apresentaram comportamentos semelhantes no decorrer das três etapas de intervenção, com uma ligeira alteração na magnitude dos valores, no entanto não houve diferença significativa entre eles. Em relação ao intervalo de tempo de permanência ao estímulo doloroso, houve aumento tanto com a aplicação da TENS como da CI.

É importante ressaltar que o tempo de permanência do segmento estudado aos estímulos dolorosos foi maior com a aplicação da CI. No entanto, recomenda-se a realização de novas pesquisas sobre o tema, com um número maior de participantes, a fim de verificar a eficácia da utilização de correntes elétricas para analgesia na dor aguda.

## REFERÊNCIAS

- [1] International Association for the Study of Pain. IASP pain terminology <http://www.iasp-pain.org>. Acesso em: 08 set. 2012.
- [2] Starkey C. Recursos Terapêuticos em Fisioterapia. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2001.
- [3] Prentice WE, Voight ML. Técnicas em reabilitação musculoesquelética. Porto Alegre: Artmed; 2007.
- [4] Santos PCP, Ramos JLO, Motta MA, Montenegro EJN. Efeitos da TENS acupuntural no limiar da dor induzida pelo frio. *Fisioter. Mov.* 2008; 21(4):43-49.
- [5] Low J, Reed A. Eletroterapia Explicada: princípios e prática. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2004.
- [6] Agne JE. Eletrotermoterapia: teoria e prática. Santa Maria: Orium; 2004.
- [7] Firmino T, Esteves J. Influência da Corrente Interferencial na Dor Induzida pelo Alongamento dos Músculos Ísquio-Tibiais. *Rev Port Fisioter Desp.* 2007; 1(1):25-31.
- [8] Cameron M. Agentes Físicos na Reabilitação. Rio de Janeiro: Elsevier; 2009.
- [9] Morimoto HC, Yonekura MY, Liebano RE. Estimulação elétrica nervosa transcutânea nas modalidades convencional e acupuntura na dor induzida pelo frio. *Fisioter. Pesq.* 2009; 16(2):148-54.

- [10] Montenegro EJN, Albuquerque NB, Mariz LMR, Costa RCS, Montarroyos CS, Motta MA. Ação da TENS acupuntural em acupontos na dor induzida pela hipotermia local (0-2°C). *Fisioter. Mov.* 2010; 23(3): 483-492.
- [11] Raimundo AKS, Souza LA, Silveira RF, Cerqueira MCD, Rodrigues J, Dini PD. Dosagem de serotonina sistêmica após aplicação da eletroestimulação nervosa transcutânea (TENS). *Fisioter. Mov.* 2009; 22(3):365-374.
- [12] Guirro ECO, Guirro RRJ. *Fisioterapia Dermatofuncional: fundamentos, recursos, patologias.* São Paulo: Manole; 2004.
- [13] Johnson MI, Tabasam GT. An investigation into the analgesic effects of different frequencies of the amplitude-modulated wave of Interferential Current Therapy on cold-induced pain in normal subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003; 84:1387-1394.
- [14] Kitchen S, Bazin S. *Eletroterapia prática baseada em evidências.* 11ª ed. São Paulo: Manole; 2003.
- [15] Pereira GD, Cassolato KM, Lazarin PH, Canto TO, Portolez JLM, Bertolini GRF. Efeito da Corrente Interferencial, 2000Hz, na dor induzida. *Rev Bras Med Esporte.* 2011; 17(4):257-260.
- [16] Rodrigues JF, Moreno GMM, Albuquerque NB, Mariz LMR, Montenegro EJN, Motta MA. TENS de baixa e alta frequência com longa duração de pulso não interfere na dor induzida pelo frio. *Rev Neurocienc.* 2010; 18(3): 287-293.
- [17] Solomon J, Shebshacvich V, Adler R, Vulsons S, Rosenbach A, Eisenberg E. The effects of TENS, heat, and cold on the pain thresholds induced by mechanical pressure in healthy volunteers. *Neuromodulation* 2003;6:102-7.
- [18] Schulz AP, Chao BC, Gazola F, Perira GD, Nakanishi MK, Kunz RI *et al.* Ação da estimulação elétrica nervosa transcutânea sobre o limiar de dor induzido por pressão. *Rev. Dor.* 2011;12(3):231-4.
- [19] Ciqueleiro RT, Bertolini GRF. Efeitos da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) modo burst sobre o limiar da dor induzida pela hipotermia local em indivíduos saudáveis. *Fiep Bulletin.* 2012; 82(2).
- [20] VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(1 supl.1):1-51.
- [21] Scopel E, Alencar M, Cruz RM. Medidas de Avaliação da Dor. *Revista Digital.* 2007;11(5). <www.efdeportes.com> Acesso em: 11 set. 2012.
- [22] Downie WW, Leathan PA, Rhind VM, Brancot JA, Anderson JA. Studies with pain rating scales. *Annals of the Rheumatic Diseases.* 1978; 37:378-381.
- [23] Mannion AF, Balagué F, Pellisé F, Cedraschi C. Pain measurement in patients with low back pain. *Nat Clin Pract Rheumatol.* 2007; 3(11):610-618.
- [24] Minder PM, Noble JG, Alves-Guerreiro J, et al. Interferential therapy: lack of effect upon experimentally induced delayed onset muscle soreness. *Clin Physiol Funct Imaging* 2002; 22(5):339-47.
- [25] Johnson MI, Ashton CH, Thompson JW. The consistency of pulse frequencies and pulse patterns of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) used by chronic pain patients. *Pain.* 1991;44(3):231-4.
- [26] Romani ED, Spironello A, Almeida M, Souza MZ. Efeito da terapia interferencial em pacientes com lombalgia aguda. *Anais do IV Simpósio Internacional de Fisioterapia. Rev Fisioter Univ São Paulo.* 1999;6(Special Suppl):36-71.
- [27] Rocha WA, Facini MP, Santuzzi CH, Freitas GKF, Pereira RRR, Araujo MTM *et al.* Diferenças de gênero no limiar sensitivo para estimulação elétrica nervosa em adultos jovens. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2011;19(2):74-8.
- [28] Johnson MI, Tabasam G. A double blind placebo controlled investigation into the analgesic effects of interferential currents (IFC) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on cold-induced pain in healthy subjects. *Physiotherapy Theory and Practice.* 1999;15(4):217-33.
- [29] Cheing GL, Hui-Chan CW. Analgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential currents on heat pain in healthy subjects. *J Rehabil Med.* 2003;35(1):15-9.
- [30] Facci LM, Nowotny JP, Tormem F, Trevisani VFM. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential current (IFC) in patients with low back pain: randomized clinical trial. *São Paulo Med. J.* 2011;129(4):206-16.
- [31] Leon NS, Pelicione PH, Pereira MP, Zuzzi DC. Efeito agudo de diferentes modalidades eletroterápicas na dor lombar crônica em fase aguda, aplicada em homens: um estudo duplo cego. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente.* 2010;13(17):135-149.
- [32] Guyton AC. *Fisiologia humana.* 6ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
- [33] Constanzo LS. *Fisiologia.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999.
- [34] Aires MM. *Fisiologia.* 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999.
- [35] Sluka KA, King EW, Audette K. Transcutaneous electrical nerve stimulation activates peripherally located alpha-2A adrenergic receptors. *Pain.* 2005;115(3):364-73.
- [36] Chen SR, Pan HL. Spinal endogenous acetylcholine contributes to the analgesic effect of systemic

morphine in rats. *Anesthesiology*. 2001, 95(2):525-30.

- [37] Ainsworth L, Budelier K, Clinesmith M, Fiedler A, Landstrom R, Leeper RJ, *et al.* Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) reduces chronic hyperalgesia induced by muscle inflammation. *Pain*. 2006;120(1-2):182-7.